龙眼新品种（系）引种南宁的生长与开花结果特性比较

何嘉楠，彭杰椿，邓英毅*，潘介春，徐炯志，赵蓉梅，吴诗妍，
毛俊儒，廖天蓝，陈云杰，丁承培，吴玉，黄俊豪，胡国瑞
（广西大学 农学院，南宁 530004）

摘要：‘宝石 1 号’、‘晚香’和‘福晚 8 号’是 2017 年从福建省农业科学院果树研究所引进到广西南宁市的新品种（系）。为研究其在本地的生长发育和开花结果表现，以广西主栽品种：‘石硖’和‘桂明 1 号’为对照材料，研究其树体生长发育情况、产量、物候期、开花和落花落果规律及雌花开放数与温湿度的关系。结果表明：引进的 3 个龙眼新品种（系）高接后的植株长势和产量与‘石硖’相近，‘宝石 1 号’的单穗重最重，其次是‘福晚 8 号’，‘晚香’与 2 个主栽品种的相近；‘福晚 8 号’的果实成熟期最晚，生育期最长，达 196 d，比‘桂明 1 号’长 15 d。‘宝石 1 号’的花期最长，‘晚香’最短，3 个新品种（系）的雌雄花开放顺序均为“雄~雌~雄~雌~雄”，‘宝石 1 号’和‘福晚 8 号’的雌雄花相遇时间较长，为 18~19 d；3 个龙眼新品种（系）在南宁均有 3 次落果高峰期，落果主要集中在 6 月份的第二次生理落果期。3 个龙眼新品种（系）的雌花开放数与花前温湿度的关系密切，花期前后一定的温湿度范围内，较高的温度和较低的空气湿度有利于‘宝石 1 号’和‘福晚 8 号’的雌花开放，而较低的温度和较高的空气湿度有利于‘晚香’的雌花开放。综合来看，3 个引进的福建龙眼新品种（系）在广西均能正常开花结果且表现较好，‘宝石 1 号’较早熟，‘福晚 8 号’成熟期最晚、雌雄花相遇时间长且落果率较低。

关键词：龙眼，新品种(系)，生长，开花结果，比较
中图分类号：S667.2　　　　**文献标识码：**A

Comparison of the characteristics of growth，flowering and fruiting of new longan varieties (stains) introduced in Nanning

HE Jia’nan, PENG Jiechun, DENG Yingyi*, PAN Jiechun, XU Jiongzhi,
ZHAO Rongmei, WU Shiyan, MAO Junru, LIAO Tianlan, CHEN Yunjie,

---

基金项目：国家荔枝龙眼产业技术体系基金（CARS-33-10）；国家现代农业产业技术体系广西荔枝龙眼创新团队（nycytxgxcxtd-02）；广西大学国家级大学生创新创业计划项目（201810593083，201910593081）；广西创新驱动发展专项（桂科 AA17204097-9，桂科 AA17204097-1）[Supported by the National Lychee Longan Industry Technology System Fund (CARS -33-10); the National Modern Agricultural Industry Technology System Guangxi Lychee Longan Innovation Team (nycytxgxcxtd-02); Guangxi University National Undergraduate Innovation and Entrepreneurship Program (201810593083, 201910593081); Guangxi Innovation Driven Development Project (17204097-9, 17204097-1)]。

作者简介：何嘉楠（1995-），女，山西朔州人，硕士研究生，主要从事果树栽培生理研究工作，（E-mail）hjn5073728@163.com。
***通信作者：**邓英毅，博士，副教授，主要从事果树栽培与育种的教学和研究工作，（E-mail）yingyideng@163.com。

DING Chengpei, WU Yu, HUANG Junhao, HU Guorui

（*Collage of Agronomy, Guangxi University*, Nanning 530004, China）

Abstract: ‘Baoshi No.1’, ‘Wanxiang’ and ‘Fuwan No.8’ are new varieties (lines) introduced from Fruit Research Institute of Fujian Academy of Agricultural Sciences to Nanning City, Guangxi Province in 2017. In order to study the local growth and development, flowering and fruiting performance of ‘Shixia’ and ‘Guiming No.1’, the main cultivars in Guangxi, were used as control materials to study the growth and development, yield, phenological period, flowering and fruit dropping regularity, and the relationship between the number of female flowers and temperature and humidity. The results were as follows: The plant growth and yield of the three introduced longan varieties (lines) after high grafting were similar to those of ‘Shixia’. The single panicle weight of ‘Baoshi No.1’ was the heaviest, followed by ‘Fuwan No.8’, and ‘Wanxiang’ was similar to that of the two main cultivars; the fruit maturity period of ‘Fuwan No.8’ was the latest and the longest growth period was 196 days, which was 15 days longer than ‘Guiming No.1’. The flowering period of ‘Baoshi No.1’ was the longest and ‘Wanxiang’ was the shortest. The order of male and female flower opening of the three new varieties (lines) was “male female male female male”. The meeting time of male and female flowers of ‘Baoshi No.1’ and ‘Fuwan No.8’ was longer, which was 18-19 days. The three new longan varieties (lines) had three peak periods of fruit drop in Nanning, and the fruit dropping mainly occurred in the second physiological fruit dropping period in June. The results showed that the number of female flowers of three new longan varieties (lines) was closely related to the temperature and humidity before flowering. Within a certain range of temperature and humidity before and after flowering, higher temperature and lower air humidity were beneficial to female flower opening of ‘Baoshi No.1’ and ‘Fuwan No.8’, while lower temperature and higher air humidity were beneficial to female flower opening of ‘Wanxiang’. On the whole, the three introduced Fujian longan varieties (lines) can normally bloom and bear fruit in Guangxi, ‘Baoshi No.1’ is earlier, ‘Fuwan No.8’ is the latest, the meeting time of male and female flowers is long, and the fruit drop rate is low.

Key words: longan, new varieties (stains), growth, flowering and fruiting, comparison

龙眼是我国南方的特色水果之一，其果实风味好，具有较高的营养价值和经济价值。我国是龙眼的主栽国，我国龙眼种植面积约占世界的 59%（齐文娥等，2016），而广西地处中、南亚热带，是中国龙眼的主要产区之一，龙眼栽培面积和总产量均位居全国前列（中华人民共和国农业农村部，2019）。然而目前很多地方的龙眼品种比较单一，对龙眼产业的发展不利。为丰富龙眼的品种结构，提高经济效益，近年来各地开展了龙眼新品种的引进比较试验，四川省泸州市引进福建农业科学院果树研究所的‘高宝’高接到‘蜀冠’上，具有较好的亲和性和较高的潜在经济价值（丁晓波等，2019）。福清市引进福建农业科学院果树研究所的晚熟品种‘冬宝 9 号’进行高接换种后的果实性状优于其他晚熟龙眼良种且在福清市具有较强的适应性（陈和金，2015）。广东省从福建省和四川省引种了多个不同熟期的品种，其中‘泸丰’和‘松风本’表现为晚熟、果实品质较好；‘立冬本’龙眼虽然果实外观较好，但品质稍有欠缺；‘巨龙 105’和‘九月乌’产量和果实品质都较差，但迟熟性能稳定；‘蜀冠’品种果实商品性和品质较差，加上产量也不稳定，不适宜在广州种植（李建光等，2011）。

目前广西主栽品种是‘石硖’、‘储良’、‘大乌圆’和‘桂明 1 号’等，广西培育的新品种（系）有‘桂冠早’（潘介春等，2019）、‘桂丰早’（王烨熔等，2018）和‘四季蜜’（邱宏业等，2016）等，这些品种在广西均具有较强的适应性和较高的经济价值，但相对荔枝来说，广西各地的龙眼品种还相对较单一（梁碧云，2016；陈日红等，2016），严重

制约着龙眼产业的发展。为了丰富广西龙眼的品种结构，满足消费者的不同需求，广西大学从福建农业科学院引进了一些新育成的优质、大果、肉厚、味道香甜的龙眼新品种（系）进行观察，如‘福晚 8 号’、‘晚香’及以‘冬宝 9 号’×‘石硖’杂交育成的‘宝石 1 号’等（郑少泉等，2008；陈世平，2017）。但任何一个良种都存在生态适应性的问题（邹天福，2006），从福建引进的这些品种（系）在广西的生长发育表现和开花结果规律还未系统研究，因此，本课题对引进的 3 个龙眼新品种（系）与广西本地 2 个主栽品种在同一栽培环境下对其生长、物候期、开花习性及落花落果规律进行研究，以期筛选出适宜广西本地的优良品种（系），为龙眼新品种在广西和其他类似气候带地区的引种栽培和大面积推广提供理论依据，对丰富广西的龙眼品种资源和进行龙眼品种结构调整具有重要意义。

1 材料与方法

1.1 试验材料

5 个试验材料于 2017 年 4 月进行高接换种，砧木均为‘石硖’，株行距为 3 m × 5 m，其中‘晚香’、‘福晚 8 号’和‘宝石 1 号’是从福建省农业科学院果树研究所引进接穗，‘桂明 1 号’和‘石硖’为广西主栽品种作为对照。

1.2 试验设计

试验在广西大学校内龙眼基地内进行，试验地地势平坦，水源充足，灌溉条件优良，土壤为红壤，肥力中等，土肥水管理一致。试验采用随机区组试验设计，单株小区，重复 3 次。

1.3 测定指标与方法

1.3.1 气象资料数据

气象资料为广西大学校内龙眼基地气象站观测数据，每天每分钟观测记录一次，在开花前 40 d 和开花坐果期间统计每天的日均温度、最高温、最低温和相对湿度。

1.3.2 树体生长情况

树高、树干周长、冠幅、结果母枝和营养枝的数量在花期进行测定。树高以测距仪测得（树高指植株最高点到地面的垂直距离）；树干周长为距离地面 20 cm 处以软尺绕树干一周测得；东西、南北向冠幅用卷尺测量（黄蕴等，2015）。

1.3.3 物候期

调查时间为 2018 年 2 月至 2018 年 9 月。物候期观测包括露红点期、抽穗期、初花期（全树 5%的花开放）、盛花期（全树 25%~75%的花开放）（Dafni，1992）、初始坐果期、第一次生理落果期、第二次生理落果期、采前落果期、果实成熟期等。花期隔天观察 1 次，其他时期每隔 5~10 d 观测 1 次。

1.3.4 雌雄花开放情况

每个品种随机选取树势一致的植株 3 棵，每株于外围 6 个方向各选取有代表性的花穗 1 个，每株 6 个花穗，从始花期至终花期每天数当天开放的雌花、雄花和两性花，并用记号笔做好标记（朱建华等，2006）。

1.3.5 落果规律

将尼龙网袋套于所观测花穗基部的枝条上，每天统计并及时清理落入网袋内的果实，计算落果率（刘红红等，2017）。

1.4 数据分析

用 SPSS18.0 软件进行数据统计分析，Duncan’s 法进行多重比较，Pearson 法进行相关分析，Microsoft Excel 2010 软件作图。

2 结果与分析

2.1 不同龙眼品种（系）的树体生长比较

由表 1 可知，各龙眼品种（系）的树干周长、冠幅（南北向和东西向）和营养枝数量无显著差异。3 个龙眼新品种（系）中，‘宝石 1 号’比‘桂明 1 号’矮，但与‘石硖’无显著差异，‘福晚 8 号’和‘晚香’的树高与 2 个主栽品种均无显著差异。‘福晚 8 号’、‘晚香’和‘宝石 1 号’的结果母枝数与‘石硖’的无显著差异。综合来看，3 个引进品种高接后植株的长势与‘石硖’较为相近。

表 1 不同龙眼品种（系）的树体生长比较

Table 1 Comparison of tree growth in different longan varieties (strains)

品种 Variety	树高 Height (m)	干周 Dry week (cm)	南北向冠幅 North-south crown (m)	东西向冠幅 East-westCrown (m)	结果母枝数 Number of fruiting mother branches (plant)	营养枝数 Number of Vegetative branches (plant)
‘福晚 8 号’ ‘Fuwan No.8’	2.49±0.40ab	94.67±20.53a	3.67±0.80a	3.03±0.38a	38.7±18.5ab	26.3±5.3a
‘晚香’ ‘Wanxiang’	2.90±0.06ab	70.33±4.63a	2.86±0.04a	3.11±0.05a	22.7±1.5b	33.3±0.9a
‘宝石 1 号’ ‘Baoshi No.1’	2.21±0.38b	57.67±14.17a	3.26±0.18a	3.30±0.35a	20.3±6.4b	33.0±4.6a
‘石硖’ ‘Shixia’	2.89±0.18ab	75.67±4.33a	3.54±0.08a	2.82±0.29a	49.0±1.7ab	32.7±4.3a
‘桂明 1 号’ ‘Guiming No.1’	3.24±0.27a	87.33±13.04a	3.83±0.09a	3.28±0.29a	53.7±2.3a	30.3±2.6a

注：同列中不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著。下同。

Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant differences at 0.05 level. The same below.

2.2 不同龙眼品种（系）的产量比较

由表 2 可知，‘晚香’和‘宝石 1 号’的产量显著低于‘桂明 1 号’，但与‘石硖’无显著差异；‘福晚 8 号’的产量与 2 个主栽品种均无显著差异。‘宝石 1 号’的单穗果重最重，且显著高于 2 个主栽品种，‘宝石 1 号’较‘石硖’增重 54.3%，较‘桂明 1 号’增重 42.0%；‘福晚 8 号’次之，与‘桂明 1 号’的单穗果重无显著差异，但比‘石硖’增重 29.6%；‘晚香’的单穗果重与 2 个主栽品种均无显著差异。通过对产量、单穗果重与树体生长等指标的相关分析表明，龙眼的株产与单穗重和结果母枝数量呈显著相关，说明要提高龙眼的产量要培养足够量的结果母枝数和提高龙眼果穗的重量。

表 2 不同龙眼品种（系）的产量比较

Table 2 Comparison of production in different longan varieties (strains)

品种 Variety	单穗果重 Single spike weight (kg)	株产 Per-plant yield (kg)	平均产量 Average yield (kg·hm^{-2})
‘福晚 8 号’ ‘Fuwan No.8’	1.05±0.10b	43.4±11.6ab	20 170.2±1726.9ab
‘晚香’ ‘Wanxiang’	0.96±0.03bc	21.7±0.8b	14 285.3±379.6b
‘宝石 1 号’	1.25±0.04a	25.2±7.6b	17 285.6±1368.5b

‘Baoshi No.1’			
‘石硖’ ‘Shixia’	0.81±0.03c	39.7±1.6ab	26 210.8±758.7ab
‘桂明 1 号’ ‘Guiming No.1’	0.88±0.01bc	47.2±1.4a	31 220.4±343.9a

2.3 不同龙眼品种（系）的物候期比较

由表 3 可知，引进的 3 个龙眼新品种（系）的花芽形态分化期（露红点期）与‘桂明 1 号’相近，但抽穗期均晚于 2 个主栽品种。‘宝石 1 号’的初花期、盛花期和采前落果期比‘石硖’晚 3~6 d，但其果实成熟期比‘石硖’晚 12 d，比‘桂明 1 号’早 9 d；‘福晚 8 号’、‘晚香’与‘桂明 1 号’的初花期、盛花期和采前落果期较为接近，以上各时期与‘桂明 1 号’相差 1~3 d，但‘晚香’的果实成熟期比‘桂明 1 号’早 1 d，比‘石硖’晚 20 d，‘福晚 8 号’的成熟期最晚，比‘石硖’晚 28 d，比‘桂明 1 号’晚 7 d。表明了花芽形态分化期（露红点期）越早，果实成熟期也会相应提前。

表 3 不同龙眼品种（系）的物候期比较（单位：时间）

Table3 Comparison of phenology in different longan varieties (strains) (Unit: Time)

品种 Variety	露红点期 Dewred point stage	抽穗期 Heading stage	初花期 Initial flowering stage	盛花期 Blooming period	初始坐果期 Initial fruit setting stage	第一次生理落果高峰期 The first physiological fruit falling stage	第二次生理落果高峰期 The second physiological fruit falling stage	采前落果高峰期 Pre-harvest fruit falling stage	果实成熟期 Fruit maturity stage
‘福晚 8 号’ ‘Fuwan No.8’	2019-02-20	2019-03-18	2019-04-11	2019-04-20	2019-05-02	2019-05-18	2019-06-25	2019-07-19	2019-08-26
‘晚香’ ‘Wanxiang’	2019-02-18	2019-03-18	2019-04-13	2019-04-21	2019-04-29	2019-05-08	2019-06-12	2019-07-17	2019-08-18
‘宝石 1 号’ ‘Baoshi No.1’	2019-02-15	2019-03-18	2019-04-10	2019-04-19	2019-04-29	2019-05-08	2019-06-25	2019-07-16	2019-08-10
‘石硖’ ‘Shixia’	2019-02-12	2019-03-10	2019-04-05	2019-04-15	2019-04-29	2019-05-08	2019-06-25	2019-07-10	2019-07-29
‘桂明 1 号’ ‘Guiming No.1’	2019-02-18	2019-03-12	2019-04-10	2019-04-21	2019-05-04	2019-05-08	2019-06-25	2019-07-20	2019-08-19

2.4 不同龙眼品种（系）的雌雄花开放规律比较

由图 1 可知，引进的 3 个龙眼新品种（系）中，‘宝石 1 号’开花最早，与‘石硖’相近；‘晚香’和‘福晚 8 号’与‘桂明 1 号’的第一朵花开放时间相近。整个花期持续时间也表现为‘宝石 1 号’最长，为 28 d；‘福晚 8 号’和‘桂明 1 号’花期均为 25 d；‘晚香’花期持续时间最短，为 23 d。3 个龙眼新品种（系）的雌雄花开放顺序与 2 个主栽品种的一样，均为“雄~雌~雄~雌~雄”，雌雄花相遇期以‘宝石 1 号’的最长，达 19 d；其次是‘福晚 8 号’、‘石硖’和‘晚香’；‘桂明 1 号’雌雄花相遇期最短，仅 8 d。3 个龙眼新品种（系）的雄花量远远大于雌花量，且雄花开放有 3~5 个高峰，雌花开放有 1~4 个高峰，其中‘福晚 8 号’的雌雄花开放高峰期重合，这大大增加了雌花的授粉受精机率。

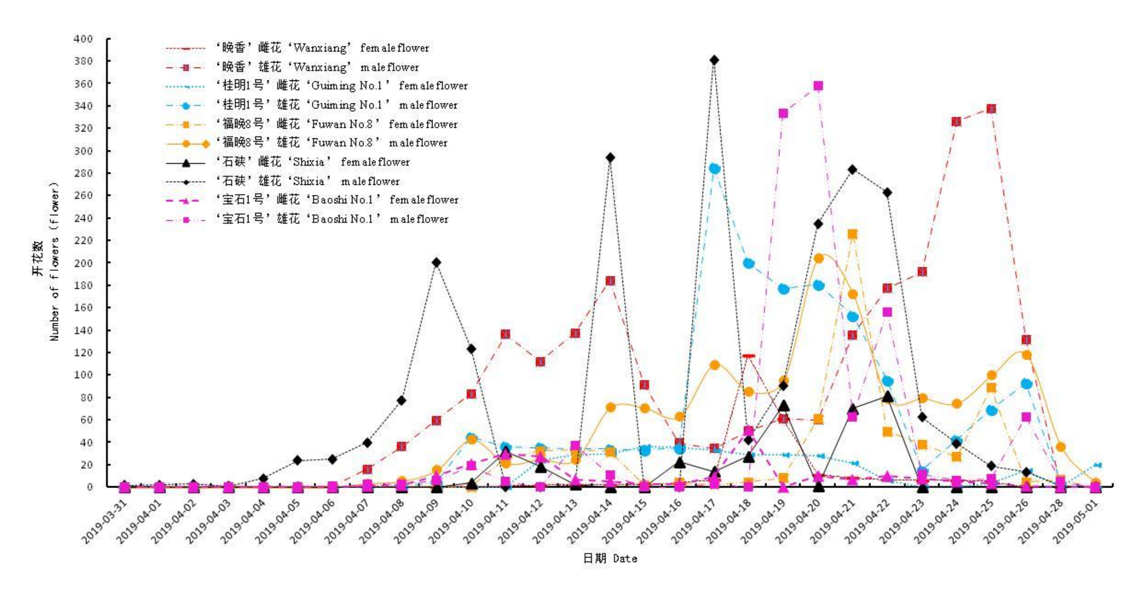


图 1 不同龙眼品种（系）的每日单穗开花数量比较

Fig.1 Comparison of daily flowering number per panicle in different longan varieties(strains)

2.5 不同龙眼品种（系）的雌花开放数与开花前温度和湿度的关系比较

每天 24 h 气温和空气相对湿度的平均值为日平均气温和日平均空气相对湿度，最高温和最低温为每天 24 h 间隔每分钟观测的最高值和最低值，由图 2 可知，5 个龙眼品种雌花开放前 1~5 d、1~10 d、1~15 d、1~20 d、1~30 d、1~40 d 的日均温在 19.1~29.4 ℃范围内，日均高温在 24.8~37.1 ℃范围内，日均低温在 15.9~26.6 ℃范围内，日均空气相对湿度为 72.4%~86.3%范围内，这四个指标对不同品种在雌花开放前的不同天数而言又不太一样。

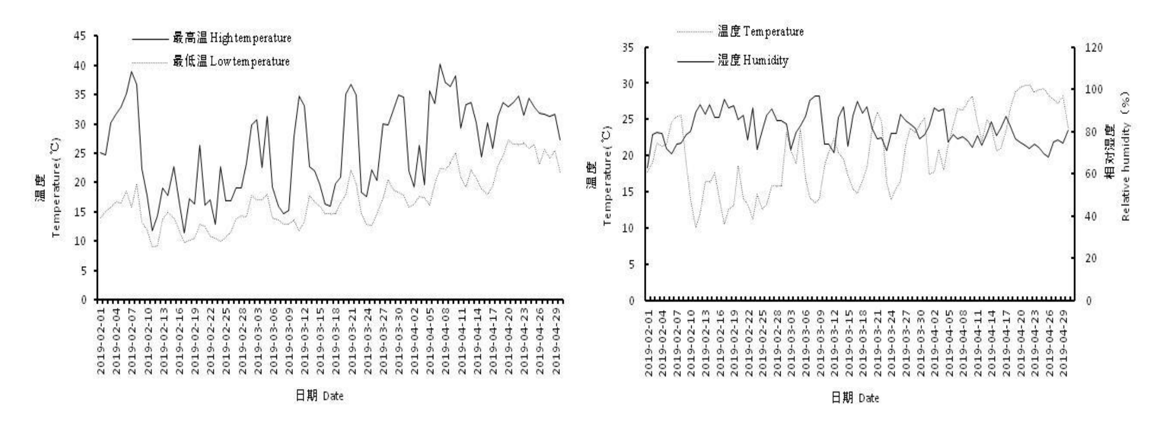


图 2 不同龙眼品种（系）花期和花前 40 d（2019 年 2—4 月）的逐日温湿度曲线

Fig. 2 Daily temperature and humidity curves of different longan varieties (strains) during flowering period and 40 days before flowering (February to April, 2019)

雌花开放数与开花前不同时段日均温、日最高温、日最低温和日均湿度有显著的相关关系，以相关关系最显著的时段称之为显著敏感时段。由表 4 可知，引进的 3 个品种（系）的雌花开放数与花前温湿度关系密切，其中‘宝石 1 号’和‘福晚 8 号’的雌花开放量在日均温 20.5~29.4 ℃和 20.3~29.4 ℃、在日最高温 26.4~37.1 ℃和 26.7~37.1 ℃、在日最低温 17.9~23.1 ℃和 16.9~20.4 ℃范围内随着日均温、日最高温和日最低温的升高而增加，平均相对湿度在 2.4%~84.9%和 77.4%~82.0%范围内随着湿度的增加而减少，与‘石硖’相似；‘晚香’的雌花开放量在日均温 20.3~29.4 ℃、日最高温 26.7~30.2 ℃、日最低温 16.9~20.8 ℃范围内随着日均温、日最高温和日最低温的升高而减少，平均相对湿度在 85.9%~86.3%范围

内随着湿度的提高而增加，与‘桂明 1 号’相似。说明在花期前后一定的温湿度范围内，‘宝石 1 号’和‘福晚 8 号’的雌花开放需要较高的温度和较低的空气湿度，而‘晚香’的雌花开放需要较低的温度和较高的空气湿度。

表 4 不同龙眼品种（系）的雌花开放数与花前不同时段温湿度的相关性比较

Table 4 Comparison of correlation between the opening female flower numbers and temperature and humidity at different periods before flowering in different longan varieties(strains)

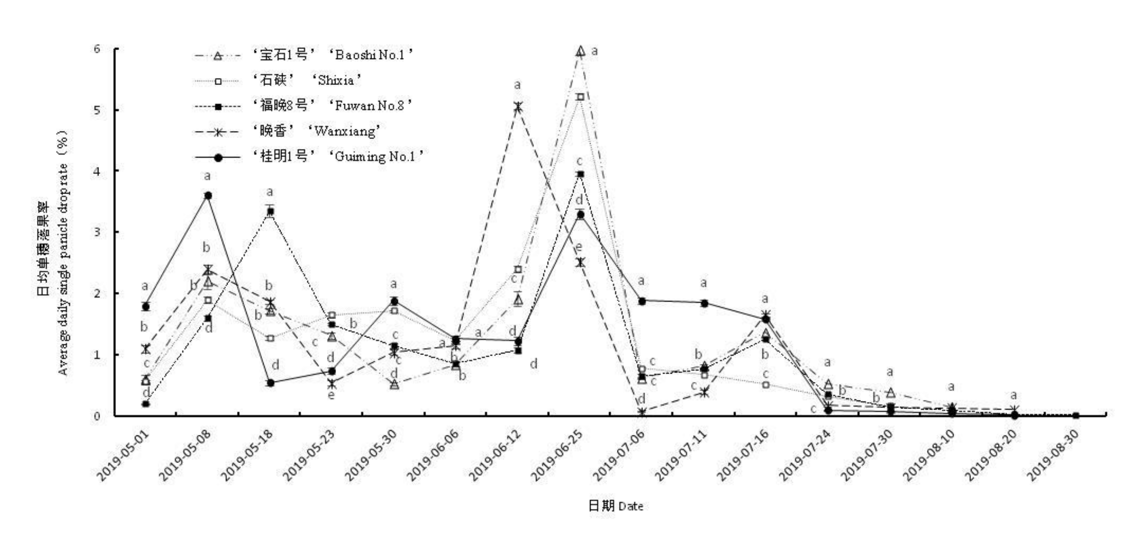
品种 Variety	变量 Variables	开花前天数 Days before flowering (d)					
		1~5	1~10	1~15	1~20	1~30	1~40
‘石硖’ ‘Shixia’	日均温 Daily average temperature	0.377	0.631*	0.685*	0.659*	0.655*	0.667*
	日均湿度 Daily average humidity	0.042	0.018	-0.684*	-0.681*	-0.531	-0.600
	日均高温 Daily average high temperature	-0.218	-0.367	0.586	0.532	0.527	0.607*
	日均低温 Daily average low temperature	0.429	0.503	0.670*	0.655*	0.678*	0.675*
‘宝石 1 号’ ‘Baoshi No.1’	日均温 Daily average temperature	0.977**	0.661	0.744	0.307	0.515	0.610
	日均湿度 Daily average humidity	-0.933**	-0.228	-0.460	-0.725	-0.468	-0.579
	日均高温 Daily average high temperature	0.919**	0.373	0.817*	0.549	0.304	0.387
	日均低温 Daily average low temperature	0.593	0.973**	0.473	0.688	0.315	0.552
‘福晚 8 号’ ‘Fuwan No.8’	日均温 Daily average temperature	0.815*	0.806*	0.821*	0.866**	0.845**	0.850**
	日均湿度 Daily average humidity	-0.708*	-0.185	-0.837**	-0.829*	-0.829*	-0.687
	日均高温 Daily average high temperature	0.742*	-0.559	0.514	0.860**	0.834*	0.762*
	日均低温 Daily average low temperature	0.812*	0.822*	0.830*	0.794*	0.859**	0.855**
‘桂明 1 号’ ‘Guiming No.1’	日均温 Daily average temperature	-0.836**	-0.519	-0.766**	-0.669**	-0.662**	-0.709**
	日均湿度 Daily average humidity	0.416	0.08	0.706**	0.664**	0.570*	0.535*
	日均高温 Daily average high temperature	-0.222	0.615*	-0.477	-0.654*	-0.549*	-0.581*
	日均低温 Daily average low temperature	-0.634*	-0.838**	-0.573*	-0.749**	-0.687**	-0.714**
‘晚香’ ‘Wanxiang’	日均温 Daily average temperature	-0.742*	-0.564	-0.875**	-0.64	-0.641	-0.789*
	日均湿度 Daily average humidity	0.608	0.090	0.890**	0.481	0.860**	0.550
	日均高温 Daily average high temperature	-0.672	0.816*	-0.620	-0.661	-0.433	-0.474
	日均低温 Daily average low temperature	-0.712*	-0.703	-0.580	-0.812*	-0.699	-0.775*

注：*表示显著相关（P＜0.05），**表示极显著相关（P＜0.01）。

Note: * indicates significant correlation (P < 0.05), ** indicates extremely significant correlation (P < 0.01).

2.6 不同龙眼品种（系）的落果规律比较

由图 3 可知，不同龙眼品种(系)的落果规律也表现出一定差异。‘宝石 1 号’和‘晚香’的第一次生理落果高峰与 2 个主栽品种一样，出现较早，其中‘宝石 1 号’和‘晚香’的落果率分别为 0.6%~2.2% 和 1.1%~2.4%，低于‘桂明 1 号’；‘福晚 8 号’的第一次生理落果高峰出现较晚，日均落果率为 0.2%~3.35%。‘晚香’的第二次生理落果高峰出现最早，日均落果率达 0.54%~5.06%；‘福晚 8 号’和‘宝石 1 号’的第二次生理落果高峰与 2 个主栽品种一样，出现较晚，其中‘宝石 1 号’的日均落果率最大，达 0.53%~5.97%。‘桂明 1 号’的采前落果率最大，其次是‘晚香’，其他品种的采前落果均较少。3 个引进的龙眼新品种(系)与 2 个主栽品种一样，第二次生理落果期的落果量较第一次和采前落果期的大。说明龙眼的落果主要在 6 月份的第二次生理落果期。



不同小写字母表示不同品种在 0.05 水平上差异显著。

Different lowercase letters indicate significant differences among different varieties at 0.05 level.

图 3 不同龙眼品种（系）的日均落果率变化比较

Fig. 3 Comparison of the change of daily average fruit drop rate in different longan varieties(strains)

3 讨论与结论

不同品种龙眼的生长和开花结果特性在一定程度上反应了其对环境的适应性（李泽华等，2016），适应性强的品种能够充分表现其品种特性。本试验结果表明：引进的 3 个龙眼新品种（系）在广西均能正常生长，其长势和产量与‘石硖’接近，但不同品种的单穗重、果实生育期、果实成熟期、雌雄花开放时间和相遇时间、落果高峰及雌花开放数与花前温湿度的关系有明显差异，其具体机理有待进一步研究。植物的物候期随生长规律和外界环境的变化而变化，各种物候期的开始日期与其前期气温之间有显著的相关性（Tor, 1997; Li et al., 2006），气温过高或过低都不利于花芽分化，气温过高易形成“冲梢”花穗，气温过低又容易发生寒害。引进的 3 个龙眼新品种（系）的花芽形态分化期（露红点期）与‘桂明 1 号’相近，但抽穗期均晚于 2 个对照品种，这可能是由于不同龙眼品种由花芽生理分化转向并进入形态分化所需的低温条件不同而呈现的差异。龙眼花期的早晚与品种和早春气温回升的迟早密切相关，一般最早在 3 月中下旬，最迟在 5 月份（文志华，2000），本研究表明引进的 3 个龙眼新品种（系）的初花期和盛花期分别在 4 月上旬和 4 月中旬，各品种间的初花期相差 5~8 d，谢花期相差 0~2 d，整个花期差异不明显，这与韩冬梅等（2011）和刘红红等（2017）的研究结果一致。

果树开花除了受外界环境因素影响之外，还受内因的影响，品种间的差异对于其开花结果特性具有较大影响（王鑫，2011）。本研究结果显示，引进的 3 个龙眼新品种（系）中，，‘宝石 1 号’的整个花期持续时间最长，为 28 d，‘晚香’花期持续时间最短，为 23 d。朱建华等（2010）认为雌雄花交替开放有利于授粉从而实现丰产，本试验表明 3 个龙眼新品种（系）与 2 个主栽品种的雌雄花开放顺序均为“雄~雌~雄~雌~雄”，其中‘福晚 8 号’的雌雄花开放高峰期重合，这个时空差异使授粉受精机率大大增加，因此同一果园的种植株数增多有利于授粉而实现丰产。雌雄花相遇期以‘宝石 1 号’的最长，达 19 d，其次是‘福晚 8 号’，为 18 d，‘桂明 1 号’雌雄花相遇期最短，只有 8 d，但 5 个龙眼品种（系）产量以‘桂明 1 号’为最高，‘宝石 1 号’的产量比‘桂明 1 号’低，这可能与‘宝石 1 号’第二次生理落果较为严重有关。此外，龙眼开花坐果除了受营养积累水平和内源激素含量的影响外，还与开花坐果期的温度、湿度和降雨量等气象因子有关（石尧清等，2002），只有充分了解影响龙眼开花的关键气候因子和关键时期，才能结合天气预报，采取针对性的花期

调控措施，趋利避害提高龙眼产量和经济效益。前人研究发现温度和空气湿度对龙眼开花、授粉受精和坐果影响较大（刘星辉等，1996；潘学文等，2008），温度是决定植物开花物候的主要因素（Blionis，2001）。本研究结果表明：3 个龙眼新品种（系）雌花开放的时间为 4 月 6 日—5 月 1 日，此阶段的日平均气温在 20.72~29.72 ℃之间，满足雌花开放的最佳日均温需求，有利于龙眼的开花、授粉、花粉发芽和受精，这与欧世金等（2010）的研究结果一致。‘石硖’、‘宝石 1 号’和‘福晚 8 号’的雌花开放数与开花前的日均低温均呈显著正相关，与日均湿度呈显著负相关，这说明龙眼雌蕊在形成过程中，过高的温度和湿度均会减少雌花开放数，若花期遭遇连续的低温阴雨，则雌蕊形成期的小花原基会受到影响，严重时会造成沤花或烂花，这与欧世金等（2010）和朱建华等（2010）的研究结果一致，而‘桂明 1 号’和‘晚香’正好相反，二者的雌花开放数与开花前 6 个时段的日均低温呈显著负相关，与日均湿度呈显著正相关，这可能是由于品种、栽种地区及当年的气候条件呈现差异而导致，5 个龙眼品种均在日均空气湿度大于 70%的时候雌花开放最多。

龙眼主要有 2~3 次生理落果高峰，第一次生理落果，主要是因授粉受精不良等因素而引起，第二次生理落果和采前落果主要由营养竞争或者气候异常等因素而引起（李江舟等，2006；朱建华等，2010）。本研究结果显示，引进的 3 个龙眼新品种（系）的落果主要集中在花后 5 月和 6 月，第三次的落果高峰并不明显，此时子叶形成，果肉发育正处于缓慢生长状态，种子完成发育后果肉再次进入生长高峰，二者的生长顺序减缓了对养分的竞争，因此避免了因营养竞争导致大量落果的现象。这与刘红红等（2017）、卢美英等（2004）的调查结果一致。由于龙眼花量大，自然坐果便能保证较高产量，有时为保证果实质量，生产上会在第一次生理落果后根据树体情况进行适当疏果。后期则是果实膨大造成部分果实营养不足而导致落果，若未得到及时补充则会对后期龙眼稳果造成更大影响，所以在开展相关调控措施时，应及时采用喷施壮果肥、生长调节剂等措施进行保果（朱建华等，2006）。

参 考 文 献：

BLIONIS GJ, HALLEY JM, VOKOU D, 2001. Flowering phenology of Cam-panula on Mt Olynipos, Greece[J]. Ecography, 24 (6) : 696-706.

CHEN SP, 2017. Fujian: new fragrant hybrid longan line ‘Fuwan No.8’ passed the evaluation[J]. Chin Fruit Ind Inform, (34): 40. [陈世平，2017. 福建：香型杂交龙眼新品系‘福晚 8 号’通过鉴评[J]. 中国果业信息，(34)：40.]

CHEN HJ, 2015. Introduction of late maturing longan ‘Dongbao No.9’[J]. SE Hortic, 3 (4): 38-40. [陈和金，2015. 晚熟龙眼‘冬宝 9 号’引种研究[J]. 东南园艺，3(4)：38-40.]

DING XB, JIANG F, HAN X, 2019. Preliminary report on introduction of longan in Luzhou, Sichuan Province[J]. S Chin Fruits, 48 (6): 40-42. [丁晓波，姜帆，韩旭，2019. 高宝龙眼在四川泸州引种试验初报[J]. 中国南方果树，48（6）：40-42.]

CHEN RH, MA ZH, MO ZY, et al.，2016. Measures to solve the closure problem of longan garden in Yulin area[J]. Mod Agric Sci Technol, (12): 121, 123. [陈日红，马志航，莫振勇，等，2016. 玉林地区龙眼园郁闭问题解决措施[J]. 现代农业科技，(12)：121，123.]

DAFNI A, 1992. Pollination Ecology: A pratical approach[M]. Oxford: Oxford University Press: 45-98.

HUANG Y, WANG D, REN SX, et al.， 2015. Correlation exploration and regression model construction of related indexes of Feiyue fruit tree body[J]. Guangdong Agric Sci, 41(7): 151-155. [黄蕴，王丹，任少雄，等，2015. 费约果树体有关指标相关性探索及回归模型构建[J]. 广东农业科学，41（7）:151-155.]

HAN DM, LI JG, GUO DL, et al.， 2011. Effects of fruit development process of different longan

varieties on their physiological fruit falling and ripeness[J]. Guangdong Agric Sci, 38 (7): 59-62. [韩冬梅，李建光，郭栋梁，等，2011. 不同品种龙眼果实发育进程对其生理落果和熟性的影响[J]. 广东农业科学，38(7)：59-62.]

LI RP, LIU XM, ZHOU GS, 2006. The characteristics of Phragmites phenology in Panjin wetland and its responses to climatic change[J]. J Meteorol Environ, 22(4): 30-34.

LIU HH, CAI XL, PAN JC, et al.，2017. Comparison of flowering, fruit development and fruit drop of three longan varieties at different maturity[J]. S Chin Fruits, 46 (6): 62-66. [刘红红，蔡小林，潘介春，等，2017. 3个不同熟期龙眼品种开花和果实发育及落果规律比较[J]. 中国南方果树，46(6)：62-66.]

LI JG, HAN DM, LI R, et al.，2011. Comparison of introduction performance of late ripening longan varieties[J]. Guangdong Agric Sci, 38(6): 55-56. [李建光，韩冬梅，李荣，等，2011. 迟熟龙眼品种引种表现比较[J]. 广东农业科学，38(6)：55-56.]

LI ZH, WANG D, YAO TY, et al.，2016. Study on flowering phenology of ficio fruit[J]. S Chin Fruits, 45 (3): 75-77. [李泽华，王丹，姚天月，等，2016. 费约果开花物候特性的研究[J]. 中国南方果树，45(3)：75-77.]

LIU XH, QIU DL, XIE CL, et al.，1996. Studies on pollination biology of longan[J]. S Chin Fruits, 25 (1): 34-36. [刘星辉，邱栋梁，谢传龙，等，1996. 龙眼授粉生物学研究[J]. 中国南方果树，25(1)：34-36.]

LI JZ, ZHU JH, XU N, et al.，2006. Study on the flowering and fruit setting characteristics of longan in Shixia[J]. SE Hortic, (4): 37-39. [李江舟，朱建华，徐宁，等，2006. 石硖龙眼开花坐果特性研究[J]. 东南园艺，(4)：37-39.]

LU MY, OU SJ, XU JZ, et al.，2004. Observation on the growth and development characteristics and physiological fruit dropping regularity of longan fruit[J]. S Chin Fruits, 33 (4): 28-29. [卢美英，欧世金，徐炯志，等，2004. 大乌圆龙眼果实生长发育特性和生理落果规律观察[J]. 中国南方果树，33(4)：28-29.]

LIANG BY, 2016. The development status and countermeasures of longan industry in Guigang City, Guangxi[D]. Nangning: Guangxi University: 1-47. [梁碧云，2016. 广西贵港市龙眼产业发展现状与对策研究[D]. 南宁：广西大学：1-47.]

OU SJ, ZHU JH, CHEN S, et al.，2010. The relationship between the number of female flowers and fruit setting rate of longan and the temperature and rainfall[J]. Chin Agric Sci Bull, 26 (1): 149-153. [欧世金，朱建华，陈昇，等，2010. 龙眼雌花数和坐果率与温度及降雨量的关系[J]. 中国农学通报，26(1)：149-153.]

PAN JC, YANG YH, BAI X, et al.，2019. Effects of different application methods of potassium chlorate on the regulation of florescence and flowering and bearing of longan Guiguanzao[J]. S Chin Fruits, 48 (2): 40-44. [潘介春，杨亚涵，白雪，等，2019. 氯酸钾不同施用方式对桂冠早龙眼花期调控和开花结果的影响[J]. 中国南方果树，48(2)：40-44.]

PAN XW, LI JG, LI R, et al.，2008. Practical technology of longan production[M]. Guangzhou: Guangdong Science and Technology Press:25. [潘学文，李建光，李荣，等，2008. 龙眼生产实用技术[M]. 广州：广东科技出版社：25.]

QIU HY, ZHU JH, LIU BH, et al.，2016. Study on fruit growth and development dynamics and mathematical model of Sijimi longan[J]. J S Agric, 47 (6): 960-964. [邱宏业，朱建华，刘冰浩，等，2016. 四季蜜龙眼果实生长发育动态及其数学模型研究[J]. 南方农业学报，47(6)：960-964.]

QI WE, CHEN HB, PENG DF, et al.，2016. Current situation, problems and countermeasures of

longan industry in China[J]. Guangdong Agric Sci, 43 (8): 169-174. [齐文娥，陈厚彬，彭朵芬，等，2016. 中国龙眼产业发展现状、问题与对策建议[J]. 广东农业科学，43(8)：169-174.]

SU YX, DING MH, LI Z, et al.，2006. Effects of climatic conditions on longan yield in Guangxi and study on its climatic indexes of abundance and apology[J]. J Trop Meteorol, 22 (3): 308-312. [苏永秀，丁美花，李政，等，2006. 气候条件对广西地区龙眼产量的影响及其丰歉气候指标研究[J]. 热带气象学报，22(3)：308-312.]

SHI YQ, PENG Q, 2002. Growth and regulation technology of main fruit trees in South China[M]. Beijing: China Agricultural Press: 31. [石尧清，彭成绩，2002. 南方主要果树生长发育与调控技术[M]. 北京：中国农业出版社：31.]

TOR MYKING, 1997. Dormancy, budburst and impacts of climatic warming in coastal-inland and altitudinal *Betula pendula* and *B. pubescens* ecotypes[J]. Phenol Seasonal Climates,12: 51-66.

WANG YR, XU JZ, PAN JC, et al.，2018. Breeding of Guifengzao, a fine single longan plant with early maturity[J]. Anhui Agric Sci, 46 (30): 58-61. [王烨熔，徐炯志，潘介春，等，2018. 特早熟龙眼优良单株桂丰早的选育[J]. 安徽农业科学，46(30)：58-61.]

WEN ZH, 2000. Study on the relationship between meteorological factors and the flowering and bearing of longan[J]. S Chin Fruits, 29 (2): 24-25. [文志华，2000. 气象因素与龙眼开花结果的关系研究[J]. 中国南方果树，29(2)：24-25.]

WANY X, 2011. Study on growth and development characteristics and fruit growth model of pear trees in greenhouse and open field[D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University. [王鑫，2011. 大棚及露地梨树生长发育特点和果实生长模型研究[D]. 南京：南京农业大学.]

Ministry of Agriculture and Rural Areas of The People’s Republic of China. Statistical data (2015-2016) [EB / OL]. (2019-11-04).http://www.moa.gov.cn/. [中华人民共和国农业农村部. 统计资料(2015-2016)[EB/OL].(2019-11-04). http://www.moa.gov.cn/.]

ZHENG SQ, HUANG JS, JIANG JM, et al.，2008. Breeding of a new longan variety ‘Wanxiang’[J]. Fujian Fruits, (4): 1-3. [郑少泉，黄金松，蒋际谋，等，2008. 龙眼新品种‘晚香’的选育研究[J]. 福建果树，(4)：1-3.]

ZOU TF, 2006. Evaluation and introduction of jujube resources in Gansu Province[D]. Yangling: Northwest A & F University. [邹天福，2006. 甘肃枣树资源评价与引种试验研究[D]. 杨凌：西北农林科技大学.]

ZHU JH, HUANG FZ, WANG ZY, et al.，2010. Investigation of flowering and fruit setting characteristics and pollinating insect species in summer of milongan[J]. Chin Agric Sci Bull, 26 (8): 329-332. [朱建华，黄凤珠，王助引，等，2010. 四季蜜龙眼夏季开花坐果特性及传粉昆虫种类调查[J]. 中国农学通报，26(8)：329-332.]

ZHU JH, OU SJ, XU N, et al.，2010. Effects of temperature and humidity conditions on physiological fruit drop of Chu Liang longan[J]. J Trop Crops, 31 (6): 937-941. [朱建华，欧世金，徐宁，等，2010. 花期温湿度条件对储良龙眼生理落果的影响[J]. 热带作物学报，31(6)：937-941.]

ZHU JH, REN H, XU N, et al.，2006. Study on the flowering and fruit growth characteristics of longan No.1 in Guiming[J]. Chin Trop Agric, (4): 34-35. [朱建华，任惠，徐宁，等，2006. 桂明 1 号龙眼开花与果实生长特性研究[J]. 中国热带农业，(4)：34-35.]